

На правах рукописи

МОХАМЕД РИФАИ

УДК 624.012.46

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ИЗГИБАЕМЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ
С ЛОКАЛЬНЫМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ**

05.23.01 — строительные конструкции, здания и сооружения

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата
технических наук



00778207 (V)

Дисертацією являється

Робота виконана на кафедрі залізобетонних і каменних конструкцій Харківського державного технічного університету будівництва і архітектури.

Научний керівник - доктор технічних наук, професор
Шагин А.Л.

Офіційні опоненти - доктор технічних наук, професор
Стороженко Л.І.

- кандидат технічних наук, доцент
Хазанов Д.М.

Ведуча організація - Укргорстройпроект.

Захист дисертації состоится " 10 " *листопада* 1995 г.
в 14.00 на засіданні спеціалізованого ради Д 25.01.02
при Полтавському технічному університеті по адресу: ?14601,
г.Полтава, проспект Першомайський, 24.

С дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці університету.

Отзывы на автореферат просим присылать на имя ученого секретаря в двух экземплярах, заверенных печатью.

Автореферат разослан " 2 " *листопада* 1995 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
доктор технических наук

В.А.Бондарь

ЛНБ ім. В. Стефаніка
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень исследованности тематики диссертации. Монолитные конструкции составляют значительную часть общего объема железобетона, применяемого во всех странах мира. Эта тенденция будет сохраняться и в дальнейшем. Однако широкое применение находят в основном монолитные конструкции без предварительного напряжения. Это прежде всего объясняется технологическими трудностями его осуществления в построечных условиях.

Особую сложность представляет предварительное напряжение статически неопределимых, неразрезных систем, в которых эпюры усилий вдоль длины элементов знакопеременны.

Традиционно применяемые в мировой строительной практике способы предварительного напряжения требуют использования высококвалифицированного труда, достаточно сложных и мощных приспособлений, больших энергозатрат и др., что сдерживает рост объемов их использования.

В то же время прогресс строительной отрасли связан с дальнейшим расширением сферы применения предварительного напряжения, которое позволяет снизить материалоемкость, повысить надежность конструкций, обеспечивает возможность увеличения пролетов и соответственно получения более эффективных и оригинальных решений зданий.

Поэтому необходимо проведение исследований по созданию таких способов, которые бы позволяли выполнять предварительное напряжение конструкций, прежде всего монолитных и сборно-монолитных, без использования электроэнергии, металлоемкой оснастки и мощных домкратов.

Целью работы является разработка способа локального предварительного напряжения конструкций и на его основе эффективных железобетонных изгибаемых элементов, а также методики их расчета с учетом диаграммы деформирования бетона и арматурной стали.

Объект исследования - локально предварительно напряженные железобетонные изгибаемые элементы, их работа в доэксплуатационной и эксплуатационной стадиях, включая исчерпание несущей способности.

Задачи работы:

1. Создание способа, позволяющего предварительно напрягать конструкции в первую очередь в построечных условиях, с минимальным использованием энергоресурсов, мощных домкратов, сложных приспособлений и оснастки.

2. Разработка методики определения усилий предварительного напряжения, рационального расположения арматуры, оценки трещиностойкости и прочности элемента в момент обжатия.

3. Экспериментальное исследование работы конструкции в процессе предварительного обжатия различных уровней.

4. Разработка способа упрочнения арматуры непосредственно в конструкции перед ее предварительным напряжением.

5. Исследование деформативно-прочностных свойств и влияния бетона зачеканки паза, в котором располагается напрягаемая арматура, на работу локально предварительно обжатой конструкции.

6. Экспериментальное исследование процессов деформирования, трещинообразования и разрушения локально предварительно напряженных изгибаемых элементов с различным уровнем обжатия.

7. Разработка методики расчета предлагаемых локально предварительно напряженных изгибаемых элементов по образованию трещин, деформациям и несущей способности с учетом закономерностей деформирования бетона, арматурной стали и особенностей работы

конструкции в целом.

8. Сопоставление экспериментально полученных данных с результатами расчета по разработанной методике.

9. Внедрение результатов настоящей работы.

Методология исследований построена на разработке теоретических основ способа локального предварительного напряжения железобетонных изгибаемых элементов, в том числе с предшествующим упрочнением напрягаемой арматуры вытяжкой непосредственно в конструкции, на создании и опытной проверке методики расчета указанных элементов в стадиях обжатия, монтажа, эксплуатации и разрушения, а также на апробации способа и методики расчета при внедрении результатов настоящей работы.

Научная новизна работы состоит в следующем:

- предложен новый способ обжатия конструкций, позволяющий локально предварительно напрягать статически определимые и неопределимые железобетонные изгибаемые элементы без использования сложного оборудования и оснастки, затрат электроэнергии, в условиях строительной площадки;

- разработана методика расчета параметров предварительного напряжения поперечной нагрузкой с учетом физической, геометрической нелинейности и возможного упрочнения напрягаемой арматуры вытяжкой непосредственно в конструкции;

- разработана методика расчета на ПЭМ локально предварительно напряженных изгибаемых элементов с учетом нелинейности деформирования бетона, напрягаемой и ненапрягаемой арматур, наличия трещин в растянутой зоне, усилий, возникающих при обжатии;

- проведен комплекс экспериментальных исследований, позволивший выявить характер деформирования и разрушения предложенного нового типа конструкций, степень влияния уровня обжатия на

их трещиностойкость и деформативность.

Практическая ценность и внедрение результатов работы определяется тем, что предложенные способ локального предварительного напряжения, принципы конструирования, разработанные методика и программа расчета на ПЭМ существенно расширяют возможности проектирования и возведения элементов зданий и сооружений в монолитном и сборно-монолитном исполнении с увеличенными пролетами, позволяет снизить их металлоемкость, в том числе за счет упрочнения арматуры вытяжкой непосредственно в конструкции.

Результаты работы внедрены в ШПО "Харьковский ДСК-1" при организации массового выпуска элементов локально предварительно напряженных сборно-монолитных перекрытий здания ПО "Харьковкоммуночиствод", монолитных коттеджей и др., а также в проектном предложении по совершенствованию конструкций перекрытий 16-этажных монолитных жилых домов, возводимых ТСО "Харьковжилстрой".

Достоверность результатов определяется использованием в проведенных экспериментальных исследованиях достаточно точной измерительной аппаратуры, приборов, испытательного оборудования; подтверждением в опытах справедливости принятых исходных предпосылок, допущений и характера деформирования образцов при обжатии и последующем нагружении; приемлемым совпадением результатов расчета локально предварительно напряженных элементов на ПЭМ по разработанной методике и экспериментально полученных данных.

Личный вклад диссертанта в получение научных результатов состоит в следующем:

- разработан способ локального предварительного напряжения

железобетонных изгибаемых элементов поперечной нагрузкой;

- получены зависимости для определения параметров процесса натяжения арматуры при локальном предварительном напряжении;

- экспериментально доказана возможность и целесообразность механического упрочнения арматуры, применяемой в Марокко, предложены способ упрочнения арматуры вытяжкой непосредственно в конструкции перед ее предварительным напряжением и методика расчетного определения параметров натяжения;

- разработана методика расчета локально предварительно напряженных изгибаемых элементов по предельным состояниям обеих групп на всех этапах их работы, учитывающая особенности деформирования бетона, арматур и конструкции в целом;

- проведены экспериментальные исследования работы железобетонных изгибаемых элементов в процессе локального предварительного обжатия и при статическом нагружении до исчерпания несущей способности;

- выполнено сопоставление результатов расчета по разработанной методике с данными, полученными в проведенных экспериментах;

- внедрены локально предварительно напряженные железобетонные изгибаемые элементы в конструкциях перекрытий различных типов зданий.

А п р о б а ц и я р а б о т ы. Основные положения диссертации обсуждены на Республиканской научно-практической конференции "Надежность зданий и сооружений" (Черкассы, 1993), Международной научно-практической конференции "Совершенствование строительных материалов, технологий и методов расчета конструкций в новых экономических условиях" (Сумы, 1994), сессии ФИП (Москва, 1994), научных конференциях XI ТУСА (ХИСИ) 1992-1995 г.г.

П у б л и к а ц и и. Основные положения диссертации опубликованы в 7 печатных работах.

Объем работы. Диссертация включает введение, 6 глав, заключение, список использованных источников из 139 наименований и приложения. Она содержит 133 страницы основного машинописного текста, 6 таблиц и 61 рисунок.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассмотрены и проанализированы существующие способы предварительного напряжения железобетонных конструкций и различные подходы к оценке их трещиностойкости, жесткости и прочности.

Созданию способов обжатия, исследованию и внедрению предварительно напряженных конструкций посвящены работы Бердичевско-го Г.И., Буракаса А.И., Дмитриева С.А., Клевцова В.А., Колякова М.И., Кривошеева П.И., Михайлова В.В., Михайлова К.В., Шагина А.Д., Динингера Ф., Леснгардта Ф. и др. Наиболее широкое применение предварительное напряжение нашло в типовых сборных конструкциях, изготавливаемых в заводских условиях. Однако это сопряжено с большими энергетическими, транспортными затратами, необходимостью использования металлоемких силовых опалубочных форм, что существенно снижает объемы использования предварительного напряжения в сложившихся экономических условиях.

Предварительное напряжение монолитных конструкций пока не носит массового характера ввиду сложности его выполнения в построечных условиях. Особенно затруднено обжатие неразрезных, статически неопределимых конструкций.

Разработке методов расчета, оценке потерь напряжений, учету свойств бетона и арматуры предварительно обжатых конструкций

посвящены работы Александровского С.В., Барашикова А.А., Гвоздева А.А., Гольшера А.Б., Мадатяна С.А., Маиляна Р.Л., Михайлова В.В., Фрайфельда С.Е., Щербакова Е.Н., Фрейсине Е. и др. Однако до настоящего времени в практике проектирования расчеты выполняются на полэмпирической основе, в некоторых случаях без строгого учета особенностей деформирования бетона и арматуры.

Проведенный анализ позволил сформулировать задачи настоящей работы по созданию неэнергоемкого способа предварительного напряжения и железобетонных изгибаемых элементов на его основе.

В т о р а я г л а в а раскрывает сущность предложенного способа локального предварительного напряжения, основной идеей которого является осуществление обжатия наиболее напряженной части изгибаемого элемента за счет использования работы арматуры по схеме гибкой пологой висячей нити при приложении к ней поперечной нагрузки (рис. I.). На основной части длины напрягаемая арматура располагается в пазах, специально оставляемом при бетонировании конструкции.

Концевые участки напрягаемой арматуры остаются заанкеренными в приопорных зонах изгибаемых элементов, что является главной особенностью разработанного способа предварительного напряжения.

Ненапрягаемая продольная рабочая арматура и поперечные стержни располагаются в стенках паза. Таким образом, предлагаемая конструкция является железобетонным элементом со смешанным армированием. Локальное предварительное напряжение создается после набора бетоном элемента требуемой (перелаточной) прочности путем приложения к оголенной арматуре поперечной нагрузки. Например, оттягиванием арматуры вниз двумя сосредоточенными силами F_p , приложенными в четвертях длины паза l_n . При этом напрягаемая арматура начинает работать по схеме нити,

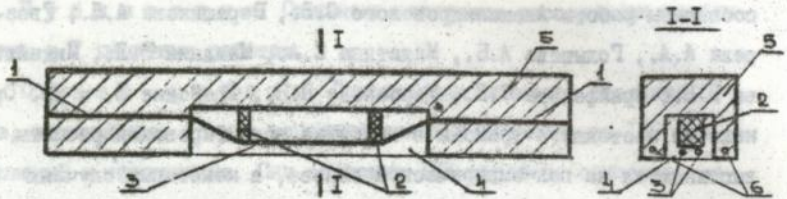


Рис.1. Локально предварительно напряженный изгибаемый элемент

1 - анкерочный участок напрягаемой арматуры;
2 - упорный вкладыш; 3 - натянутый участок напрягаемой арматуры; 4 - паз; 5 - бетонная часть элемента; 6 - ненапрягаемая арматура

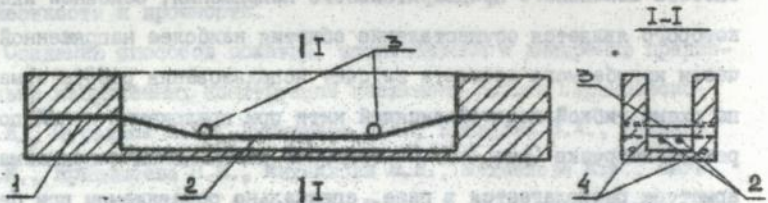


Рис.2. Локально предварительно напряженный изгибаемый элемент корытообразного сечения

1 - анкерочный участок напрягаемой арматуры;
2 - запрягаемая арматура; 3 - упор;
4 - ненапрягаемая арматура

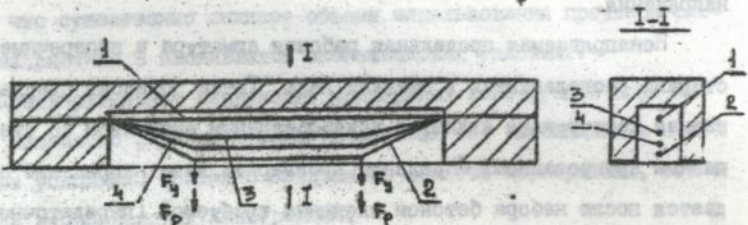


Рис.3. Предварительное напряжение с предшествующим упрочнением арматуры непосредственно в конструкции

1 - исходное положение напрягаемой арматуры;
2 - положение арматуры при упрочнении;
3 - провисание арматуры после снятия поперечной нагрузки, вызвавшей упрочнение; 4 - положение при создании предварительного напряжения поперечной нагрузкой

в которой при приложении даже небольшой поперечной нагрузки возникает значительное натяжение и соответственно распор, обжимающий бетон стенок вдоль паза и ненапрягаемую арматуру. Преимущество предлагаемого способа именно в том, что для предварительного обжатия силой H_p требуется в 10...20 раз меньшая поперечная нагрузка F_p , которая может создаваться с помощью домкратов малой мощности, а в некоторых случаях простой подвеской грузов. Реализация способа не требует затрат электроэнергии, сложных мощных механизмов и поэтому осуществима в условиях любой строительной площадки.

Фиксация положения напрягаемой арматуры выполняется с помощью упорных вкладышей либо зачеканкой паза бетоном.

Ввиду того, что бетон зачеканки паза не обжат, он должен обладать повышенной прочностью и растяжимостью. Эффективно использование полимербетонов, что дополнительно повышает трещиностойкость конструкции.

Устройство паза "сверху" (рис.2.) более рационально, так как приводит к обжатию всех крайних волокон будущей растянутой зоны.

В бетоне зоны, примыкающей к пазу, в целях предотвращения смятия предусматриваются "подхватывающие" хомуты.

Величина контролируемого натяжения арматуры назначается в соответствии с СНиП 2.03.01-84. Разработана методика определения значения поперечной нагрузки F_p , необходимой для создания заданного натяжения.

При этом арматура рассматривается как гибкая ($\sigma_{sp} = \frac{l_n}{300} \dots \frac{l_n}{200}$) полагая ($f = \frac{l_n}{50} \dots \frac{l_n}{50}$), деформируемая вязкая нить, начальная длина которой равна длине паза l_n .

Величина распора при приложении нагрузки F_p в четвертях пролета определяется по зависимости

$$N_p = \sqrt[3]{\frac{1}{4} E_{sp} \cdot A_{sp} \cdot F_p^2} \quad (1)$$

Потери напряжений вследствие деформаций конструкции при обжатии учитываются по аналогии с методикой норм.

Значение требуемой оттягивающей поперечной нагрузки подсчитывается по зависимости

$$F_p = 2 \cdot N_p \sqrt{\frac{N_p}{E_{sp} \cdot A_{sp}}} \quad (2)$$

Здесь E_{sp} , A_{sp} - модуль деформаций и площадь сечения напрягаемой арматуры.

В третьей главе рассматриваются вопросы выбора арматуры для локально предварительно напряженных элементов.

В связи с острым дефицитом высокопрочной арматуры в настоящее время на Украине в предварительно напряженных конструкциях в основном применяется упрочненная вытяжкой арматура класса А-Шв.

Учитывая, что в Марокко используется сталь типа класса А-III, представилось целесообразным провести экспериментальные исследования по оценке возможности ее механического упрочнения.

В испытаниях упрочненной вытяжкой указанной арматуры были получены следующие результаты: для стержней $\varnothing 8$ мм - предел текучести $\sigma_{sy} = 559$ МПа, временное сопротивление $\sigma_{su} = 659$ МПа, относительное удлинение при разрыве $\delta_5 = 20\%$; для стержней $\varnothing 12$ мм - $\sigma_{sy} = 540$ МПа, $\sigma_{su} = 610$ МПа, $\delta_5 = 19\%$.

Таким образом, используемая в Марокко арматура представляется возможным и целесообразным упрочнять вытяжкой. Однако установки для упрочнения вытяжкой в Марокко отсутствуют, поэтому был предложен способ упрочнения арматуры непосредственно в конструкции, перед ее предварительным напряжением. Он состоит в приложении к напрягаемой арматуре, расположенной в лите, поперечной нагрузки F_p (рис.3.), вызывающей в ней как в гиб-

кой нити растягивающие напряжения выше предела текучести, которые необходимы для упрочнения до заданной величины нормативного сопротивления. Затем производится разгрузка, в результате чего обратимая часть деформаций исчезает, необратимая - остается. Вследствие указанного длина арматуры увеличивается, она провисает, занимая уже не прямолинейное, а криволинейное положение. Для создания локального предварительного напряжения необходимо снова приложить поперечную нагрузку, но уже той величины F_p , которая требуется по расчету для получения заданного натяжения H_p .

Нагрузка F_p , необходимая для упрочнения, подсчитывается по зависимости (2), но с учетом текущего модуля деформаций арматуры $E_{спу}$, соответствующего напряжению в ней при вытяжке $\sigma_{спу}$.

Поперечная нагрузка F_p для создания локального предварительного напряжения определяется из расчета работы арматуры по схеме нити, в начальной длине которой учтено приращение вследствие вытяжки при упрочнении. Кроме того, учитывается уменьшение величины модуля деформаций арматуры после упрочнения до $E_{спв} = 1,8 \cdot 10^5$ МПа для стали класса А-Шв.

Получаемая зависимость для определения F_p имеет вид

$$F_p = 2H_p \sqrt{H_p \left[\frac{1}{E_{спв} A_{сп}} + \frac{\sigma_{спу}}{E_{спв} A_{сп}} \left(\frac{1}{E_{спв}} - \frac{1}{E_{спо}} \right) \right] + \sigma_{спу} \left(\frac{1}{E_{спу}} - \frac{1}{E_{спо}} \right)}, \quad (3)$$

где $E_{спо}$ - начальный модуль деформаций напрягаемой арматуры.

Четвертая глава посвящена разработке методики расчета локально предварительно напряженных изгибаемых элементов по обеим группам предельных состояний.

В монолитном исполнении предлагаемые конструкции проходят 4 стадии работы. Первая - стадия облатя, для которой проводится проверка условий недопустимости появления трещин в рас-

тянутой (при эксплуатации сжатой) зоне и непревышения ограниченного заданного значения напряжений в сжатой (будущей растянутой) зоне бетона. При этом должны учитываться способы приложения поперечной нагрузки F_p и фиксации напрягаемой арматуры, а также наличие поддерживавших стоек.

Вторая стадия охватывает период после осуществления локального обжатия до зачеканки паза. Конструкция работает как статически неопределимая шпренгельная система, в которой напрягаемая арматура с упорными вкладышами выступает в роли шпренгельной части.

На данной стадии имеет место не только изгиб конструкции, но и дополнительное обжатие.

Третья стадия охватывает этап от достижения бетоном зачеканки заданной прочности до нагружения, вызывающего появление трещин. Конструкция работает как традиционный предварительно напряженный изгибаемый элемент. Четвертая стадия - это работа конструкции после появления трещин до наступления предельного состояния по прочности либо деформативности.

В разработанной методике расчета используются нелинейные диаграммы деформирования сжатого и растянутого бетона конструкции, растянутого бетона или полимербетона зачеканки паза, арматур, гипотеза плоских сечений, условие равенства деформаций арматуры и бетона при отсутствии трещин. При оценке жесткости используется теория Мурашева В.И. Эшпра напряжений в сжатой и растянутой зонах бетона принимается по Бондаренко В.М.

Напряженно-деформированное состояние выявляется из решения системы двух нелинейных уравнений (условий равновесия), в которых значения напряжений в компонентах сечения выражены через величины высоты сжатой зоны бетона ξ и напряжений в растянутой зоне бетона при оценке трещиностойкости либо напряжений

в крайней сжатой фибре бетона при определении разрушающей нагрузки.

Нелинейность постановки предопределяет осуществление решения задачи для каждого уровня нагружения методом итераций, в которых уточняются значения напряжений в компонентах сечения и соответствующих величин секущих модулей деформаций с помощью диаграмм деформирования.

Наступление предельных состояний обеих групп устанавливается в процессе последовательного перебора нагрузок путем сопоставления получаемых в расчете величин напряжений и прогибов с нормируемыми предельными значениями.

Пятая глава представляет описание и анализ результатов выполненных экспериментальных исследований. Их целью являлось изучение работы локально предварительно напряженных изгибаемых элементов и сопоставление экспериментальных данных с результатами расчета по разработанной методике.

Испытывались 4 серии балок по 3 образца-близнеца в каждой. Образцы первой серии выполнялись без предварительного напряжения, остальных серий - с локальным предварительным напряжением. Вторая серия с зачеканкой паза цементным бетоном и двумя оттягивающими силами $F_p = 4$ кН, приложенными в четвертях длины паза. В третьей и четвертой сериях зачеканка паза производилась полимербетоном. Оттягивающие силы в третьей серии составляли $F_p = 2,5$ кН, в четвертой - 4 кН.

Испытанные образцы представляли собой балки длиной 1200 мм, сечением 80x140 мм. Сечение паза 30x70 мм. Ненапрягаемая арматура в растянутой и сжатой зонах соответственно по 2 ϕ 5 мм класса Бр-I. Напрягаемая арматура ϕ 8 мм класса А-III располагалась на расстоянии 55 мм от нижней грани балки. В качестве пазового закладного использовались деревянные вкладыши, обмотанные фтор-

пластовой лентой для удобства извлечения, которое осуществлялось через 3 часа после бетонирования.

Балки изготавливались в металлических опалубочных формах. Кубиковая прочность бетона балок составила $R = 43$ МПа, призматическая - $R_c = 35$ МПа.

Испытания арматуры дали следующие результаты: для $\phi 6$ мм класса Бр-I величина временного сопротивления $\sigma_{su} = 510$ МПа, для $\phi 8$ мм класса А-III - $\sigma_{su} = 690$ МПа, предел текучести $\sigma_{sy} = 540$ МПа.

В целях удобства осуществления локального предварительного напряжения была создана специальная установка, в которой балки закреплялись пазом вверх. Оттягивание напрягаемой арматуры вверх осуществлялось с помощью натяжной муфты, к которой крепились 2 параллельно расположенных динамометра. Они оттягивали арматуру в двух точках в четвертях длины паза.

Деформации в бетоне фиксировались индикаторами часового типа с ценой деления 0,001 мм, расположенными в трех уровнях по высоте сечения.

Было установлено, что в момент завершения оттягивания за счет возникшего распора создается основное обжатие. После фиксации положения напрягаемой арматуры с помощью упорных вкладышей и снятия оттягивающей нагрузки происходит дополнительный выгиб и соответственно дополнительное обжатие бетона, так как оттянутая арматура через два упорных вкладыша начинает передавать на балку нагрузку, противоположную по направлению оттягивающей.

Картина распределения деформаций в бетоне в зоне анкерования напрягаемой арматуры и передачи обжатия была зафиксирована по результатам замеров показаний цепочки тензодатчиков, наклеен-

ных на бетон боковых граней балок на уровне напрягаемой арматуры. Полученные результаты позволили установить протяженность основной зоны передачи обжатия, составившую примерно 100 мм. Испытания 4 серий образцов на изгиб производились по схеме однопролетной шарнирно опертой балки пролетом $l = 1060$ мм, к которой прикладывались две симметрично расположенные сосредоточенные силы F . Расстояние между силами 280 мм. Испытания проводились в машине УИМ-50, перемещения измерялись прогибомерами с ценой деления 0,01 мм. В экспериментах установлено, что даже при небольшом содержании напрягаемой арматуры ($\mu_{sp} = 0,4\%$) величина нагрузки трещинообразования за счет обжатия возросла по сравнению с балками без предварительного напряжения в 2 раза при оттягивающей нагрузке $F_p = 2,5$ кН и в 2,6 раза при $F_p = 4$ кН. На величину разрушающей нагрузки наличие предварительного напряжения существенного влияния не оказало. Значение прогибов предварительно напряженных балок при эксплуатационном уровне нагрузки было в 2...4 раза меньше, чем балок без преднапряжения. Вид бетона зачеканки мало влиял на работу балок.

Соответствие результатов расчета по разработанной методике и экспериментов вполне приемлемое (3...11%).

Результаты диссертационной работы внедрены в ППО "Харьковский ДСК-1" и ТСО "Харьковжилстрой".

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Разработан новый (заявка № 5033714/33/004783 от 20.01.92, положительное решение о выдаче патента от 29.3.94) способ локального предварительного напряжения железобетонных изгибаемых элементов, открывающий возможность осуществления обжатия в построчных условиях, без использования электродной

гии и мощных домкратов.

2. Предложены конструктивные решения с использованием локально предварительно напряженных элементов, в которых паз с располагаемой в нем напрягаемой арматурой зачеканивается цементным либо полимерным бетоном.

3. Разработана методика расчета параметров процесса натяжения арматуры, в том числе упрочненной непосредственно в конструкции.

4. Экспериментально определена возможность и целесообразность упрочнения вытяжкой арматуры, применяемой в арабских странах, с доведением ее нормативного сопротивления не менее $R_{sn} = 540$ МПа. Предложен способ механического упрочнения арматуры непосредственно в конструкции перед ее предварительным напряжением.

5. Разработана методика расчета на ПЭМ несущей способности локально предварительно напряженных железобетонных изгибаемых элементов со смешанным армированием, учитывающая диаграммы деформирования бетона и арматуры, историю нагружения. Она построена на сочетании методов последовательного нагружения и итераций, в которых уточняется напряженно-деформированное состояние на каждом шаге нагружения.

6. Разработана методика оценки трещиностойкости и деформативности локально предварительно напряженных изгибаемых элементов в доэксплуатационной и эксплуатационной стадиях, учитывающая физическую нелинейность.

7. Экспериментально установлена эпюра продольных деформаций сжатия в бетоне анкерной зоны на уровне расположения напрягаемой арматуры, имеющая криволинейный характер с пиком на расстоянии примерно 50 мм от паза и достаточно быстрым затуханием в сторону конца балки, активная зона передачи обжатия

составила примерно 100 мм.

8. Проведенные испытания показали, что локальное предварительное напряжение даже при малом насыщении напрягаемой арматурой ($M_{ар} \% = 0,4\%$) в 2,5...3 раза повышает трещиностойкость и жесткость изгибаемых железобетонных элементов.

9. Примененные цементный и полимерный бетоны обеспечили требуемую трещиностойкость зачеканки паза, работающей без предварительного обжатия, трещины в ней до появления трещин в самой конструкции не возникали.

10. Сопоставление результатов экспериментальных исследований с аналогичными данными, полученными расчетом по разработанной методике, показало удовлетворительное их соответствие, погрешность в пределах 3...11%.

II. Результаты работы внедрены в ППО "Харьковский ДСК-I", ТСО "Харьковжилстрой".

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Рифаи М. Локальное предварительное напряжение в построенных условиях // Тез. докл. научн.-техн. конф. "Повышение эффективности строительства". - Харьков., 1995. - С. 57.

2. Рифаи М., Лахам Х., Салия Г.Ш. Рациональные схемы локального предварительного напряжения изгибаемых элементов // Тез. докл. научн.-практ. конф. - Сумы: ИПШ "Мрия" ЛТД, 1994. - С. 69-70.

3. Шагин А.Л., Лахам Х., Рифаи М. Сборно-монолитные плоские перекрытия увеличенных пролетов // Бюллетень технической информации. - Харьков: ХПНИИ. - 1994. - №3. - С. 14-16.

4. Шагин А.Л., Рифаи М. Предварительное напряжение арматуры с упрочнением непосредственно в конструкции // Тез. докл. научн.-техн. конф. "Повышение эффективности строительства". - Харьков, 1993. - С. 46.

5. Шагин А.Л., Риѳаи М. Способ изготовления предварительно напряженных железобетонных элементов//Заявка на изобретение №5033714/33/004763. Положительное решение от 29.3.94.

6. Шагин А.Л., Риѳаи М., Браславский Г.Е. Экспериментальные исследования железобетонных балок с локальным предварительно напряжением//Тез. докл. научн.-техн. конф. "Повышение эффективности строительства". -Харьков, 1993. -С.67.

7. Шагин А.Л., Риѳаи М., Лахам Х. Предварительно напряженные конструкции с локальным напряжением в построечных условиях//Бюллетень технической информации. -Харьков:ХПНИИ. -1994. -№2. -С.26-28.

8. Шагин А.Л., Риѳаи М., Т.А.Чанйалеу. Повышение трещиностойкости конструкций локальным предварительно напряжением//Тез. докл. научн.-техн. конф. "Надежность зданий и сооружений"., ч.2. -Черкассы., 1993. -С.5-6.

Риѳаи Мохамед. Железобетонные изгибаемые элементы с локальным предварительно напряжением. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Специальность 05.23.01-строительные конструкции, здания и сооружения. Полтавский технический университет. Полтава, 1995.

Предложены способ локального предварительного напряжения и железобетонные, в первую очередь монолитные, изгибаемые элементы на его основе, проведены экспериментальные исследования по оценке эффективности локального обжатия конструкций.

Разработана методика расчета локально предварительно напряженных изгибаемых элементов в стадии обжатия и эксплуатации с учетом физической нелинейности и трансформации статической схемы работы.

Результаты внедрены в конструкциях перекрытий монолитных жилых домов.

Ключевые слова: предварительное напряжение, трещиностойкость, гибкая нить, распор, упрочнение вытяжкой, несущая способность.

Enhanced Local Reinforced concrete bending members with local prestressed tension. Candidate's of technical sciences thesis for a scientific degree. Speciality 05.23.01 - building structures, building and constructions. Poltava Technical University.

Method of local prestressed tension and on its basis reinforced monolithic bending members are presented. Experimental researches on the evaluation of the efficiency of local swaging of the constructions are carried out. Calculation method of local prestressed bending members on the stage of swaging and maintenance with the account of physical unlinearity and static scheme transformation of the work are developed. Results are inculcated into floor constructions of monolithic apartment houses. Active vocabulary: prestressed tension, crack resistance, flexible thread, thrust, strengthening by fine, loadbearing ability



Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page. The text is mostly obscured by a large, dark, scribbled-out area in the center of the page.

Сдано в набор 10.05.95. Подписано к печати 11.05.95. Печать офсетная.
Бумага тип. № 1. Объем 1,0 п. л. Зак. № 86. Тираж 100 экз. Бесплатно.

452910

As

32.661

AB 32.661